

**Qüestions (50% de l'examen)**

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.

Encerceleu la resposta que considereu correcta de manera clara.

Aquestes qüestions tipus test s'avaluen de la manera següent:

resposta correcta (1.25 punt), incorrecta (-0.25 punts), i en blanc (0 punts)

1. Quina de les afirmacions següents és certa?

- a) Les línies de camp elèctric són línies tancades.
- b) Al llarg d'una línia de camp elèctric el potencial és constant.
- c) El camp elèctric és perpendicular a les línies de camp elèctric.
- d) El camp elèctric és tangent a les línies de camp elèctric.

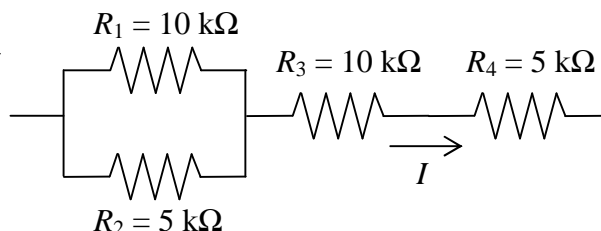
2. En una zona de l'espai hi ha un camp electrostàtic uniforme,  $\mathbf{E} = (10^{-3} \text{ N/C}) \mathbf{i}$ .

Si  $A(0, 0)$  i  $B(3 \text{ cm}, 4 \text{ cm})$ , la diferència de potencial  $V_A - V_B$  és:

- a)  $5 \times 10^{-5} \text{ V}$
- b)  $-5 \times 10^{-5} \text{ V}$
- c)  $3 \times 10^{-5} \text{ V}$
- d)  $-3 \times 10^{-5} \text{ V}$

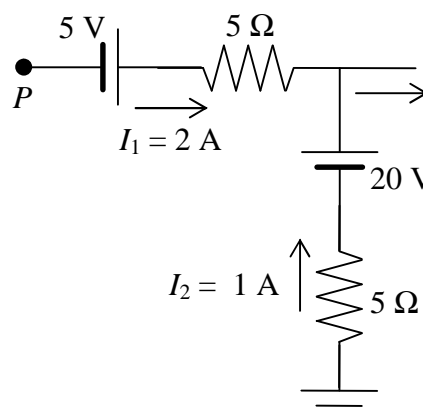
3. Quina de les resistències de la figura dissipa menys energia?

- a)  $R_1$
- b)  $R_2$
- c)  $R_3$
- d)  $R_4$



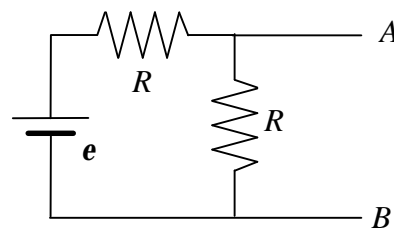
4. L'esquema de la figura representa dues branques d'un circuit per les quals circulen les intensitats indicades. Quin és el potencial al punt  $P$ ?

- a) -10 V
- b) 10 V
- c) 20 V
- d) 40 V



5. El circuit equivalent Thevenin entre els punts A i B del circuit de la figura és una fem i resistència en sèrie de valors

- a)  $\varepsilon_{Th} = e$  i  $R_{Th} = R/2$
- b)  $\varepsilon_{Th} = e$  i  $R_{Th} = 2R$
- c)  $\varepsilon_{Th} = e/2$  i  $R_{Th} = R/2$
- d)  $\varepsilon_{Th} = e/2$  i  $R_{Th} = 2R$

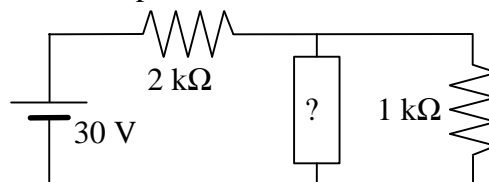


6. La constant de temps d'un circuit RC és  $t = RC = 1$  ms. Si el condensador està carregat, el temps que triga en descarregar-se un 50% és

- a)  $t/2 = 0.5$  ms
- b)  $(\ln 2)t = 0.693$  ms
- c)  $t = 1$  ms
- d)  $t/(\ln 2) = 1.4427$  ms

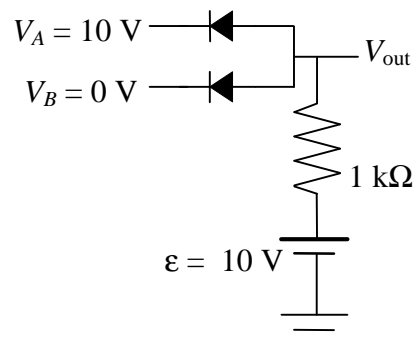
7. El rectangle del circuit de la figura representa un díode Zener. Si per la resistència de  $1\text{ k}\Omega$  circulen  $5\text{ mA}$ , quines són les característiques del díode, i com està polaritzat?

- a)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 25\text{ V}$ , en polarització directa.
- b)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 5\text{ V}$ , en polarització directa.
- c)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 25\text{ V}$ , en polarització inversa.
- d)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 5\text{ V}$ , en polarització inversa.



8. La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és de  $0.7\text{ V}$ . Quin és el valor de la tensió de sortida?

- a)  $V_{out} = 0\text{ V}$
- b)  $V_{out} = 0.7\text{ V}$
- c)  $V_{out} = 9.3\text{ V}$
- d)  $V_{out} = 10\text{ V}$



**Qüestions (50% de l'examen)**

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.  
Encerceleu la resposta que considereu correcta de manera clara.  
Aquestes qüestions tipus test s'avaluen de la manera següent:  
resposta correcta (1.25 punt), incorrecta (-0.25 punts), i en blanc (0 punts)

1. Quina de les afirmacions següents és certa?

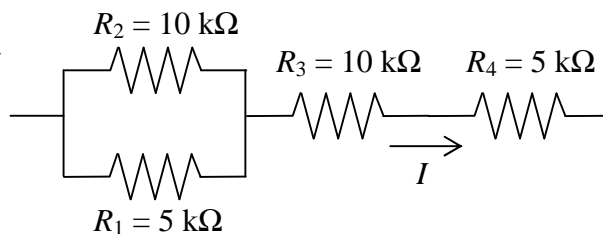
- a) Al llarg d'una línia de camp elèctric el potencial és constant.
- b) El camp elèctric és perpendicular a les línies de camp elèctric.
- c) El camp elèctric és tangent a les línies de camp elèctric.
- d) Les línies de camp elèctric són línies tancades.

2. En una zona de l'espai hi ha un camp electrostàtic uniforme,  $\mathbf{E} = (10^{-3} \text{ N/C}) \mathbf{i}$ .  
Si  $A(0, 0)$  i  $B(3 \text{ cm}, 4 \text{ cm})$ , la diferència de potencial  $V_A - V_B$  és:

- a)  $3 \times 10^{-5} \text{ V}$
- b)  $-3 \times 10^{-5} \text{ V}$
- c)  $5 \times 10^{-5} \text{ V}$
- d)  $-5 \times 10^{-5} \text{ V}$

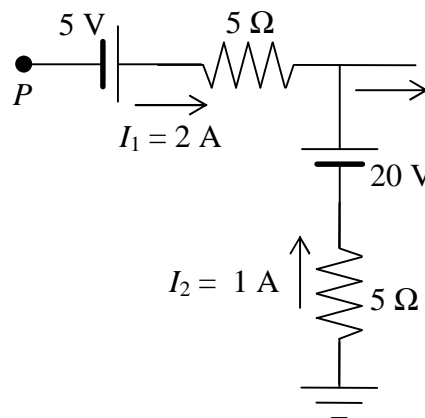
3. Quina de les resistències de la figura dissipa menys energia?

- a)  $R_1$
- b)  $R_2$
- c)  $R_3$
- d)  $R_4$



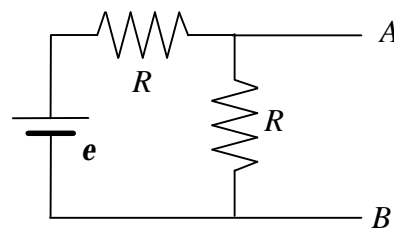
4. L'esquema de la figura representa dues branques d'un circuit per les quals circulen les intensitats indicades. Quin és el potencial al punt P?

- a) 10 V
- b) 20 V
- c) 40 V
- d) -10 V



5. El circuit equivalent Thevenin entre els punts A i B del circuit de la figura és una fem i resistència en sèrie de valors

- a)  $\varepsilon_{Th} = e$  i  $R_{Th} = 2R$
- b)  $\varepsilon_{Th} = e/2$  i  $R_{Th} = 2R$
- c)  $\varepsilon_{Th} = e$  i  $R_{Th} = R/2$
- d)  $\varepsilon_{Th} = e/2$  i  $R_{Th} = R/2$

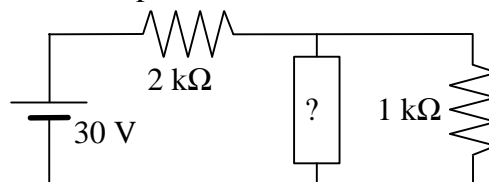


6. La constant de temps d'un circuit RC és  $t = RC = 1$  ms. Si el condensador està carregat, el temps que triga en descarregar-se un 50% és

- a)  $t/2 = 0.5$  ms
- b)  $t/(\ln 2) = 1.4427$  ms
- c)  $(\ln 2)t = 0.693$  ms
- d)  $t = 1$  ms

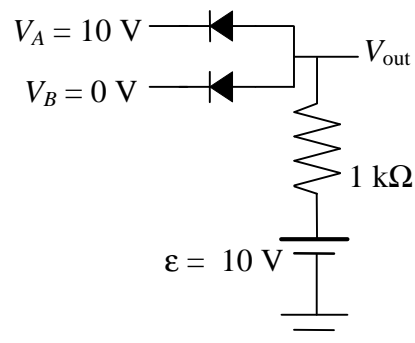
7. El rectangle del circuit de la figura representa un díode Zener. Si per la resistència de  $1\text{ k}\Omega$  circulen  $5\text{ mA}$ , quines són les característiques del díode, i com està polaritzat?

- a)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 25\text{ V}$ , en polarització inversa.
- b)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 5\text{ V}$ , en polarització inversa.
- c)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 25\text{ V}$ , en polarització directa.
- d)  $V_g = 0.7\text{ V}$  i  $V_Z = 5\text{ V}$ , en polarització directa.



8. La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és de  $0.7\text{ V}$ . Quin és el valor de la tensió de sortida?

- a)  $V_{out} = 10\text{ V}$
- b)  $V_{out} = 9.3\text{ V}$
- c)  $V_{out} = 0.7\text{ V}$
- d)  $V_{out} = 0\text{ V}$



## Examen parcial de Física - 6 de novembre de 2008

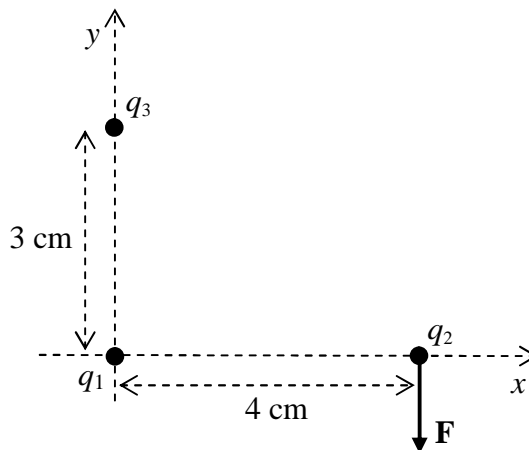
### Problema 1 (25% de l'examen)

Considereu les tres càrregues puntuals de la figura. Sabem que  $q_1 = -2 \mu\text{C}$  i  $q_2 = 4 \mu\text{C}$ , i desconeixem el valor de  $q_3$ . Però sabem que la força  $\mathbf{F}$  que actua sobre  $q_2$  és vertical i dirigida cap avall, com s'indica a la figura.

a) Quant val  $q_3$ ?

b) Quina és l'energia potencial electrostàtica de  $q_2$ ?

(Si no heu sabut determinar el valor de  $q_3$  a l'apartat a), expresseu el resultat de l'apartat b) en funció de  $q_3$ )

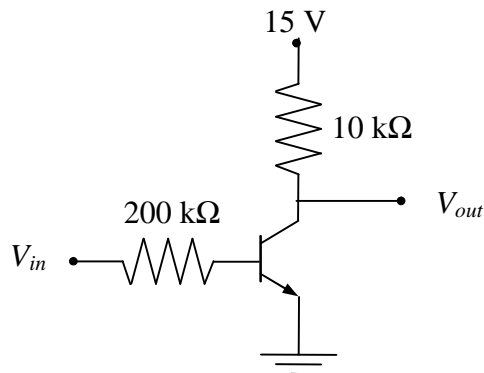


### Problema 2 (25% de l'examen)

Els paràmetres característics del transistor de la figura són  $V_g = 0.7 \text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 100$ ,  $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$ .

a) Determineu les intensitats de base i col·lector, així com el valor de  $V_{out}$ , quan  $V_{in} = 5 \text{ V}$ .

b) Per a quins valors de  $V_{in}$  el transistor treballa a la regió activa?



Les notes sortiran el dimarts 18 de novembre.

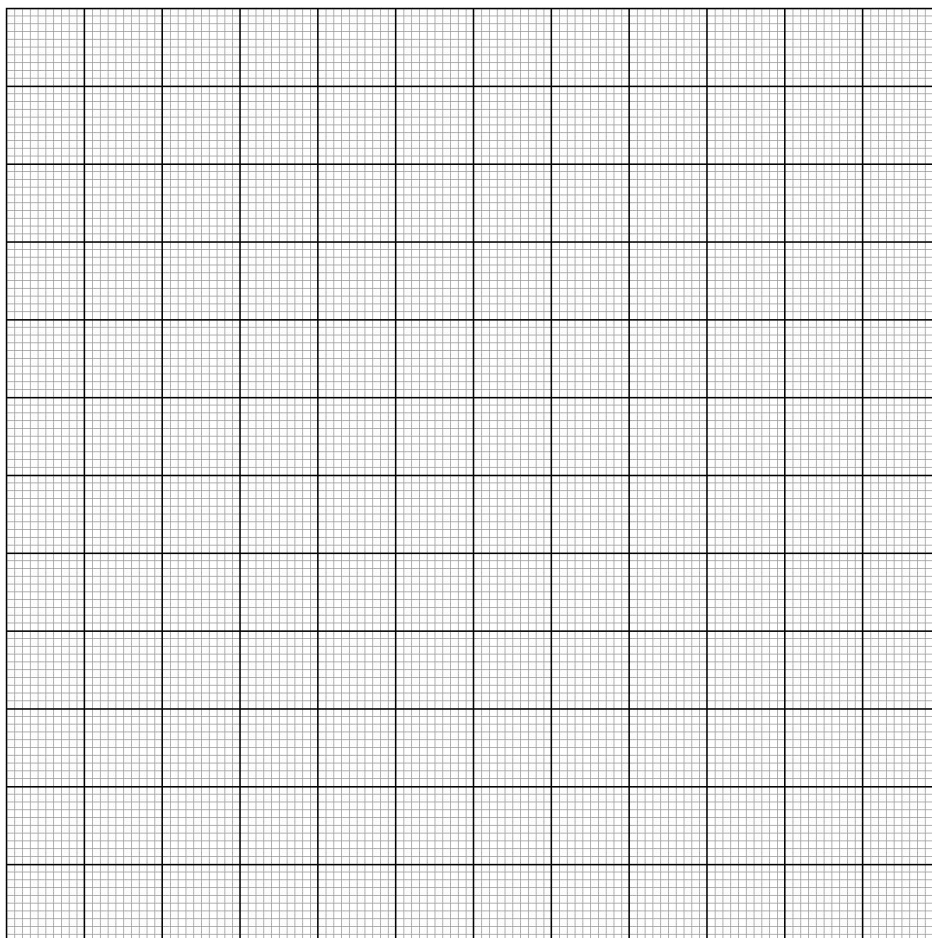
La revisió de l'examen es farà el dimecres 19 de novembre en sessions de matí (11:30-12:30) i tarda (15:00-16:00) a l'aula B4-212, al segon pis del Mòdul B4.

**Qüestió de pràctiques de laboratori - 6 de novembre de 2008**

Per determinar el circuit equivalent Thévenin entre dos punts *A* i *B* d'un circuit, entre aquests dos punts connectem una resistència variable *i*, per a diferents valors de la resistència, mesurem la diferència de potencial  $V_R$  als seus borns i la intensitat  $I_R$  que hi circula. A la taula s'indiquen els valors de  $I_R$  (en mA) i  $V_R$  (en V) que hem obtingut en cada mesura.

$I_R$ (mA)	$V_R$ (V)
44.8	0.48
40.3	1.02
36.4	1.49
28.1	2.47
19.2	3.51
11.0	4.48
2.3	5.52

- a) Representeu al paper mil·limetrat els punts ( $I_R$ ,  $V_R$ ) mesurats i traceu la recta que millor s'ajusta.
- b) A partir dels punts d'intersecció de la recta amb els eixos determineu els valors  $e_{Th}$  i  $R_{Th}$  de la fem i resistència Thévenin.



## Respostes correctes del Test

### Model A

1. d
2. c
3. a
4. c
5. c
6. b
7. d
8. b

### Model B

1. c
2. a
3. b
4. b
5. d
6. c
7. b
8. c

### Raonaments

1. Per definició, a cada punt d'una línia de camp, el camp és tangent a la línia.
2.  $V_A - V_B = -\mathbf{E} \cdot (\mathbf{r}_A - \mathbf{r}_B) = -(10^{-3} \mathbf{i}) \cdot (-3\mathbf{i} + 4\mathbf{j}) \times 10^{-2} = -(10^{-3})(-3 \times 10^{-2}) = 3 \times 10^{-5} \text{ V}$
3.  $P = RI^2 \rightarrow$  Per  $R_3$  i  $R_4$  passa més intensitat que per  $R_1$  i  $R_2 \rightarrow P$  serà inferior a  $R_1$  o  $R_2$   
 $P = V^2/R \rightarrow$  La ddp és la mateixa a  $R_1$  i  $R_2 \rightarrow P$  serà inferior a la resistència de  $10 \text{ k}\Omega$ .
4.  $V_P = V_P - V_{Terra} = -5I_2 + 20 + 5I_1 - 5 = -5 + 20 + 10 - 5 = 20 \text{ V}$
5. Si no hi ha res més connectat entre  $A$  i  $B$ , és a dir, estan en circuit obert (CO),  $I = \mathbf{e}/(2R)$ .  
 $\mathbf{e}_{Th} = (V_A - V_B)_{CO} = RI = R[\mathbf{e}/(2R)] = \mathbf{e}/2$   
Si substituïm  $\mathbf{e}$  per la seva resistència interna  $r = 0$ , entre  $A$  i  $B$  les dues  $R$  estan en paral·lel.  
 $R_{Th} = [(1/R) + (1/R)]^{-1} = [2/R]^{-1} = R/2$
6.  $q(t) = Q_0 \exp(-t/\tau) = 0.5Q_0 \rightarrow \exp(-t/\tau) = 0.5 \rightarrow -t/\tau = \ln(0.5) \rightarrow t = -\tau \ln(0.5) = 0.693 \text{ ms}$   
 $-\tau \ln(0.5) = -\tau \ln(1/2) = \tau \ln 2$
7. La ddp a  $R = 1 \text{ k}\Omega$ , que coincideix amb la del díode, és  $V = (1 \text{ k}\Omega)(5 \text{ mA}) = 5 \text{ V}$ .  
Al díode, si està en polarització inversa i treballa a la zona Zener,  $V = V_Z$ .
8. El díode amb  $V_B = 0$  està polaritzat directament. Per tant, condueix i la tensió als seus borns ( $V_{out} - V_B$ ) és la tensió llindar  $V_g = 0.7 \text{ V}$ . Llavors, atès que  $V_B = 0$ ,  $V_{out} = V_{out} - V_B = V_g = 0.7 \text{ V}$ .

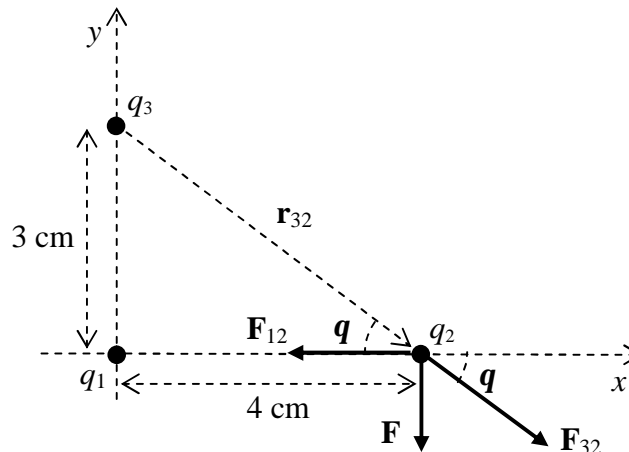
### Resolució del Problema 1 (25% de l'examen)

Considereu les tres càrregues puntuals de la figura. Sabem que  $q_1 = -2 \mu\text{C}$  i  $q_2 = 4 \mu\text{C}$ , i desconeixem el valor de  $q_3$ . Però sabem que la força  $\mathbf{F}$  que actua sobre  $q_2$  és vertical i dirigida cap avall, com s'indica a la figura.

a) Quant val  $q_3$ ?

b) Quina és l'energia potencial electrostàtica de  $q_2$ ?

Si no heu sabut determinar el valor de  $q_3$  a l'apartat a), expresseu el resultat de l'apartat b) en funció de  $q_3$ .



$$\mathbf{r}_{12} = (0.04 \text{ m})\mathbf{i} \quad ; \quad r_{12} = 0.04 \text{ m} \quad ; \quad \hat{\mathbf{r}}_{12} = \mathbf{r}_{12}/r_{12} = \mathbf{i}$$

$$\mathbf{r}_{32} = (0.04 \text{ m})\mathbf{i} - (0.03 \text{ m})\mathbf{j} \quad ; \quad r_{32} = (0.04^2 + 0.03^2)^{1/2} = 0.05 \text{ m} \quad ; \quad \hat{\mathbf{r}}_{32} = \mathbf{r}_{32}/r_{32} = (4/5)\mathbf{i} - (3/5)\mathbf{j}$$

$$\mathbf{a) \quad \mathbf{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{\mathbf{r}}_{12} = (9 \times 10^9) \frac{(-2 \times 10^{-6})(4 \times 10^{-6})}{0.04^2} \mathbf{i} = -(45 \text{ N}) \mathbf{i}$$

$$\mathbf{F}_{32} = k \frac{q_3 q_2}{r_{32}^2} \hat{\mathbf{r}}_{32} = (9 \times 10^9) \frac{q_3 (4 \times 10^{-6})}{0.05^2} \left( \frac{4}{5} \mathbf{i} - \frac{3}{5} \mathbf{j} \right) = q_3 (11.52 \times 10^6) \mathbf{i} - q_3 (8.64 \times 10^6) \mathbf{j}$$

Perquè  $\mathbf{F} = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{32}$  sigui vertical i dirigida cap avall, les components horitzontals de  $\mathbf{F}_{12}$  i  $\mathbf{F}_{32}$  s'han de contrestar:

$$-45 + q_3 (11.52 \times 10^6) = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{q_3 = 45 / (11.52 \times 10^6) = 3.9 \times 10^{-6} \text{ C} = 3.9 \mu\text{C}}$$

Aquest apartat també es pot fer imposant que la projecció horitzontal de  $\mathbf{F}_{32}$  ( $F_{32} \cos \mathbf{q}$ , on  $\cos \mathbf{q} = r_{12}/r_{32} = 4/5$ ) sigui igual al mòdul de  $\mathbf{F}_{12}$ :

$$F_{32} \cos \mathbf{q} = F_{12} \quad \rightarrow \quad k \frac{q_3 q_2}{r_{32}^2} \frac{4}{5} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r_{12}^2} \quad \rightarrow \quad q_3 = |q_1| \frac{r_{32}^2}{r_{12}^2} \frac{5}{4} = (2 \mu\text{C}) \frac{5^2}{4^2} \frac{5}{4} = 3.9 \mu\text{C}$$

b)

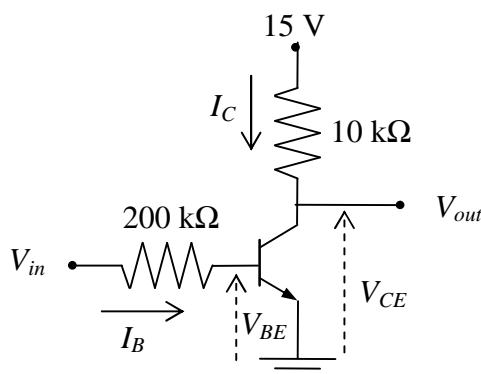
$$\boxed{U = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + k \frac{q_3 q_2}{r_{32}} = q_2 k \left[ \frac{q_1}{r_{12}} + \frac{q_3}{r_{32}} \right] = (4 \times 10^{-6})(9 \times 10^9) \left[ \frac{(-2 \times 10^{-6})}{0.04} + \frac{(3.9 \times 10^{-6})}{0.05} \right] = 1.008 \text{ J}}$$

## Resolució del Problema 2 (25% de l'examen)

Els paràmetres característics del transistor de la figura són  $V_g = 0.7 \text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 100$ ,  $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$ .

a) Determineu les intensitats de base i col·lector, així com el valor de  $V_{out}$ , quan  $V_{in} = 5 \text{ V}$ .

b) Per a quins valors de  $V_{in}$  el transistor treballa a la regió activa?



Per resoldre aquest problema considerarem el valor numèric de les resistències en  $\text{k}\Omega$ , de manera que els valors de les intensitats serà en  $\text{mA}$  i el de les tensions és mantindrà en  $\text{V}$ .

a)  $V_{in} = 5 \text{ V} > V_g = 0.7 \text{ V} \rightarrow$  No està en tall

$$\rightarrow V_{BE} = V_g = 0.7 \text{ V} \rightarrow I_B = \frac{V_{in} - V_g}{R_B} = \frac{5 - 0.7}{200} = 0.0215 \text{ mA}$$

Si estès en activa ( $V_{CE} > V_{CEsat}$ )  $\rightarrow I_C = \mathbf{b} I_B = 100(0.0215) = 2.15 \text{ mA}$

$$\rightarrow V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C = 15 - 10(2.15) = -6.5 \text{ V}$$

Però com que  $V_{CE} = -6.5 \text{ V}$  no és més gran que  $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$ ,

ha d'estar en saturació ( $I_C < \mathbf{b} I_B$ )  $\rightarrow V_{CE} = V_{CEsat} = 0.2 \text{ V} \rightarrow V_{out} = V_{CE} = 0.2 \text{ V}$

$$\rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_C} = \frac{15 - 0.2}{10} = 1.48 \text{ mA}$$

b) Per estar en activa, no ha d'estar en tall, és a dir,  $V_{in} > V_g = 0.7 \text{ V}$  i  $I_B = \frac{V_{in} - 0.7}{200}$ ,

i s'ha de satisfer  $V_{CE} > V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$  amb  $I_C = \mathbf{b} I_B = 100 \frac{V_{in} - 0.7}{200} = \frac{V_{in} - 0.7}{2}$

$$V_{CE} = 15 - 10 I_C = 15 - 10 \frac{V_{in} - 0.7}{2} > 0.2 \rightarrow 2(15 - 0.2)/10 + 0.7 > V_{in} \rightarrow V_{in} < 3.66 \text{ V}$$

Per tant, perquè el transistor treballi a la regió activa  $0.7 \text{ V} < V_{in} < 3.66 \text{ V}$

Alternativament, el valor màxim de  $V_{in}$  perquè estigui en activa es pot trobar buscant el valor mínim perquè estigui en saturació, és a dir, per al qual

$$I_C < \mathbf{b} I_B \text{ amb } \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_C} = \frac{15 - 0.2}{10} = 1.48 \text{ mA} \text{ i } I_B = \frac{V_{in} - 0.7}{200}$$

$$1.48 < 100 \frac{V_{in} - 0.7}{200} \rightarrow V_{in} > 3.66 \text{ V} \rightarrow \text{saturació}$$

$$V_{in} < 3.66 \text{ V} \rightarrow \text{activa}$$

### Qüestió de pràctiques de laboratori - 6 de novembre de 2008

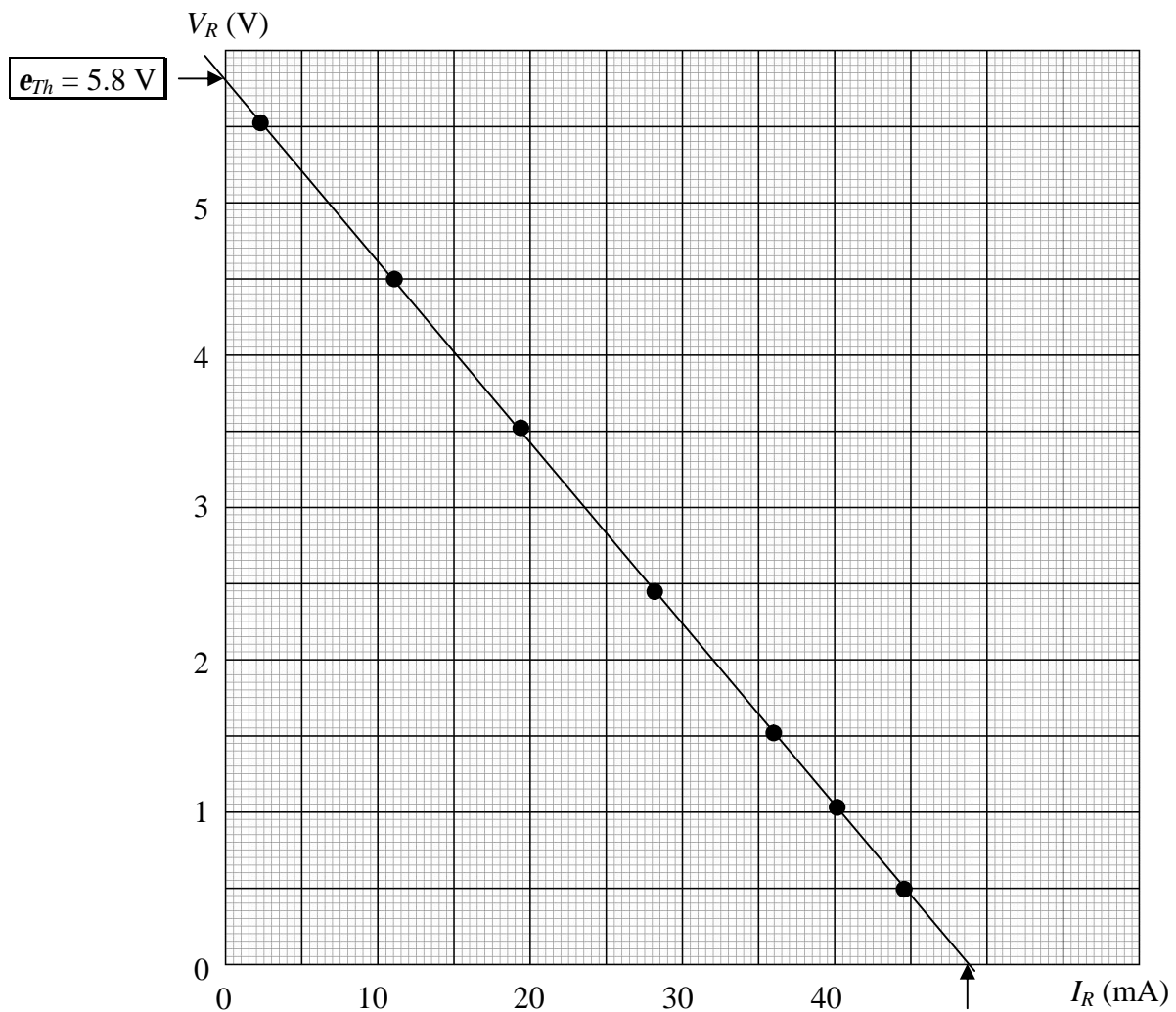
Per determinar el circuit equivalent Thévenin entre dos punts *A* i *B* d'un circuit, entre aquests dos punts connectem una resistència variable *i*, per a diferents valors de la resistència, mesurem la diferència de potencial  $V_R$  als seus borns i la intensitat  $I_R$  que hi circula. A la taula s'indiquen els valors de  $I_R$  (en mA) i  $V_R$  (en V) que hem obtingut en cada mesura.

$I_R$ (mA)	$V_R$ (V)
44.8	0.48
40.3	1.02
36.4	1.49
28.1	2.47
19.2	3.51
11.0	4.48
2.3	5.52

a) Representeu al paper mil·limetrat els punts  $(I_R, V_R)$  mesurats i traceu la recta que millor s'ajusta.

b) A partir dels punts d'intersecció de la recta amb els eixos determineu els valors  $e_{Th}$  i  $R_{Th}$  de la fem i resistència Thévenin.

$$V_R = e_{Th} - R_{Th} I_R \rightarrow \boxed{e_{Th} = V_R(I_R=0)} \text{ i } \boxed{I_{cc} = I_R(V_R=0)} \rightarrow 0 = e_{Th} - R_{Th} I_{cc} \rightarrow \boxed{R_{Th} = e_{Th}/I_{cc}}$$



$$R_{Th} = \frac{e_{Th}}{I_{cc}} = \frac{5.8 \text{ V}}{48 \text{ mA}} = \frac{5.8 \text{ V}}{48 \times 10^{-3} \text{ A}} = 120 \Omega$$

$$I_{cc} = I_R(V_R=0)$$